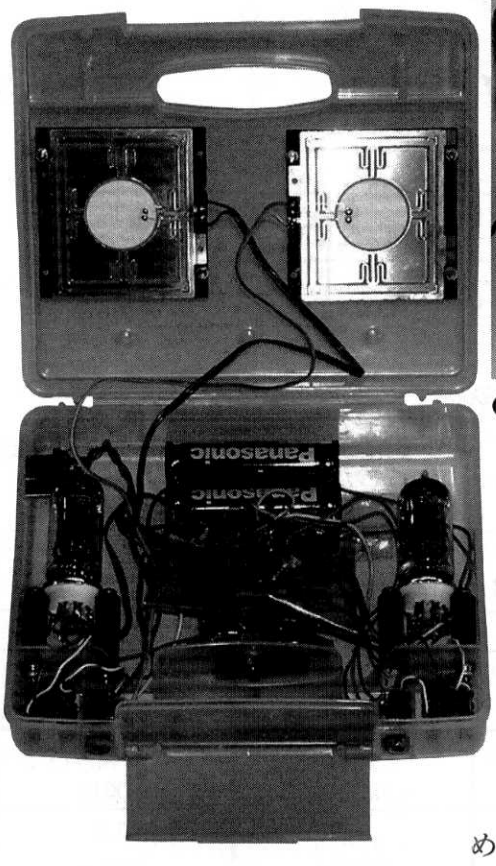
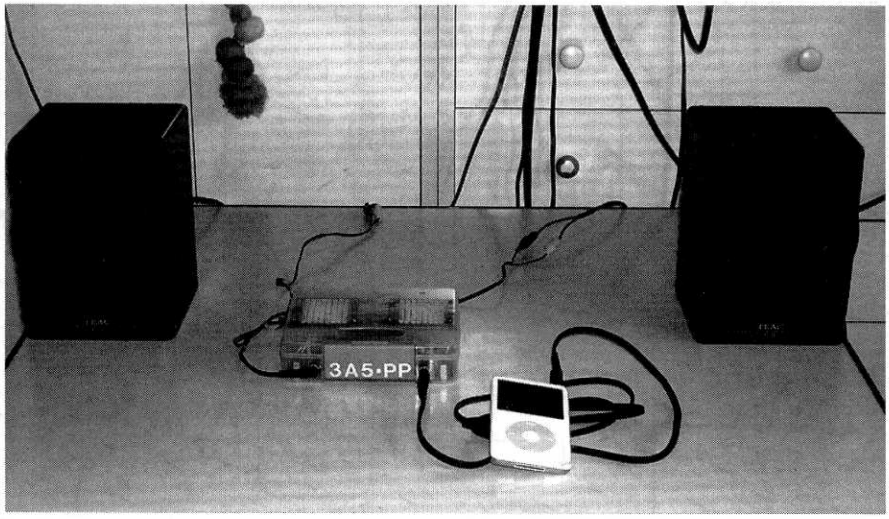
単３電池で動かす

携帯式３Ａ５ＰＰアンプの製作

池田敏弘





iPod，ウォークマン，iPad，ネットブック，スマートフォンなど，音楽ソース源のモバイル化が進んでいます．真空管アンプもモバイル対応することで，よりよい音楽を，いつでも，場所を選ばず，手軽に，楽しめます．

本誌2006年５月号で，携帯式真空管アンプを発表させていただきましたが，読者のかたから実装の詳細についてのお問い合わせや出力アップ化のご意見をいただきました．遅くなりましたが，出力アップ化への対応と前回割り切った部分の改善を図りましたので，発表させていただきます．

出力のアップ

モバイル化を実現するに際し，電源としては，２次電池を含めたバッテリー駆動が現時点で最適な仕様となります．持ち運びを考えると，単３電池サイズ程度が適切かと思われます．

そのうえで長時間，音楽が楽しめなければなりません．モバイル化された音楽ソース源装置と同等な動作時間はほしいところです．

そこで前回は電池管３Ａ５を用い，単３電池で動作する携帯式真空管アンプを設計・製作しました．真空管アンプを携帯化するときに，まず課題となるのがヒータの取扱いで，この部分の消費電力が小さく電池電圧のまま使用できる球が望まれます．すると電池管となり，入手容易で価格もお手ごろな３Ａ５は打ってつけと考えます．しかも，銘球300Ｂ，２Ａ３，845と同様な直熱３極管です．

一方，Ｂ電圧はヒータ電圧より高い電圧を必要とし，電池電圧をDC-DCコンバータで昇圧しなければなりません．そこで自作初心者のかたでも，スイッチング・ノイズ処理に悩まされることなく確実に製作できるようにするため，ディスクリート部品構成による自作DC-DCコンバータは避け，市販モジュールを使用することにしました．出力アップ化にはこのDC-DCコンバータを出力電圧の大きいものに変更すればよいことになります．

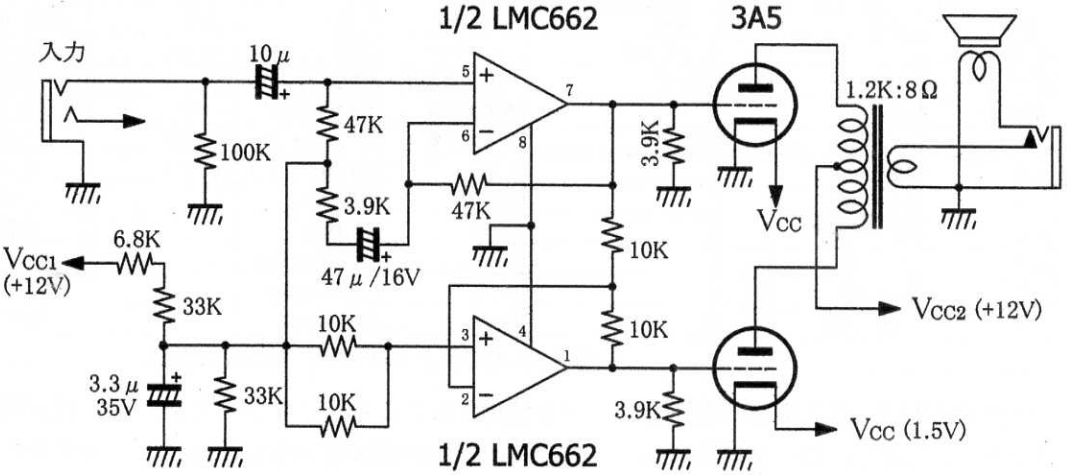
今回の３Ａ５アンプの回路図を**第１図**に示します．

前回のアンプでは，電圧増幅段の非反転増幅器と反転増幅器のOpアンプに電源電圧利用率のよいLN2904を使用しました．このような１電源タイプのオペアンプは，4558などの２電源タイプに比べて電源利用率が優れているため，物理的最大出力を得る点で有利となります．

ただし，このタイプは内部出力段の仕様によっては，負荷が重くなるとクロスオーバひずみが発生します．その処置として，前回は，出力-GND間に外付け抵抗を追加してこ

の現象を抑える形をとり，ある意味で割り切った設計となっていました．詳細は，本誌2006年5月号をご覧ください．

今回はこの電圧増幅段を本誌2010年10月号発表の「＋12V動作真空管アンプ」で使用したレールtoレール・オペアンプに変更し，電源電圧利用率の向上とクロスオーバひずみの確実な回避を両立させました．



〈第1図〉単3電源で動くオペアンプ駆動3A5PPアンプ回路

回路のあらまし

第1図をご覧ください．基本回路は低電圧駆動の真空管アンプお馴染みの構成とし，非反転増幅器と反転増幅器とを組み合わせたオペアンプによる駆動回路と無帰還3極管PP出力回路とで構成されています．

オペアンプには，レールtoレール・タイプのLMC662を使用しました．これにより，従来の1電源タイプでの負荷時にみ見られたクロスオーバひずみ発生がなくなりました．なお，LMC662の内部回路仕様は本誌2010年10月号に記載していますので，そちらをご覧ください．

LMC662のバイアス電圧を決める抵抗値比は、(33kΩ＋6.8kΩ)：33kΩとなっています．この設定値でほぼ上下対称に振幅波形がクリップします．

3極管の出力トランスには，小型でコスト・パフォーマンスの高い橋本電気製1.2kΩ：8Ω（ST-32）を使用しています．DEGIT製ET-32も使用可能です．中高域にパワー・スペクトラムを望まれるならST-32を，中低域にパワー・スペクトラムを望まれるならET-32を，となるかと思います．

今回の携帯アンプのトータルの電圧ゲインAはつぎのように計算されます．まず，電圧増幅段部のゲインは，オペアンプに接続された帰還抵抗により決定されます．非反転増幅器のゲインA1は，つぎの式で表わされます．

$A1 = (3.9k+47k)/3.9k$
$= 13$

反転増幅器のゲインは－1となり，倍となります．

つぎに，3極管出力段のゲインA2は、次の近似式で表わされます．

$A2 = (\mu \cdot R_{L1})/(R_{L1}+rp)$
$= (15\times0.6k)/(0.6k+8.3k)$
$= 1$

μ：3A5のμ

R_{L1}：3A5の負荷，出力トランス1次側CTインピーダンス

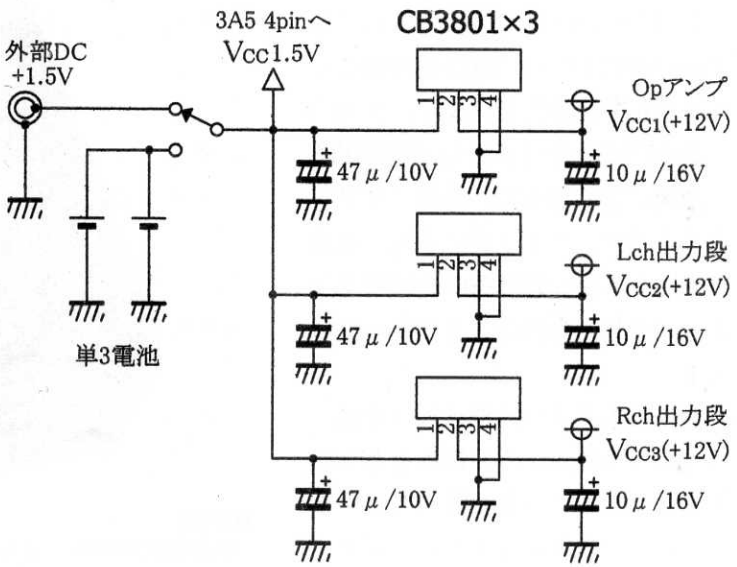
r_p：3A5の内部抵抗

PP出力トランスのゲインA3は，インピーダンス比より算出してA3＝0.08とすると，トータル・ゲインAは，

$A = A1\times2\times A2\times A3$
$= 2$倍

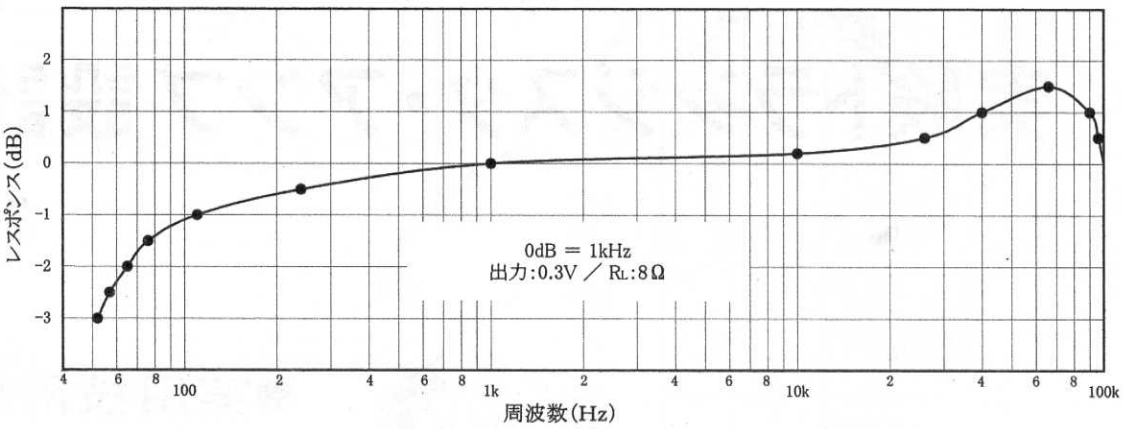
と算出され，電圧ゲインとしては，ロス分を考慮すると，1.5倍ぐらいで動作しそうです．これ以上の電圧ゲインをもたせたいときは，非反転増幅器のNFB抵抗値を大きくします．このときDCオフセットを安定させるため，非反転増幅器の非反転入力の信号源抵抗にも，NFB抵抗と同じ値を使用します．

つぎに本機の電源部回路を**第2図**に示します．



〈第2図〉
3A5PPアンプ用の電源．B電源はDC-DCコンバータで昇圧

〈第4図〉
本機の周波数特性



ル・デジタル音楽ソース源を接続すれば，即，場所を選ばず音楽を楽しめます．

電気特性と試聴

今回製作した携帯アンプも無帰還仕様ですが，実際の電圧ゲインは，両ch 8Ω負荷でともに1.5倍弱となっています．

携帯アンプの周波数特性を**第3図**に示します．52 Hz ～ 125 kHz + 1.5，－3 dB以内という周波数特性となっています．低域は使用した出力トランスのf特の影響により減衰しており，高域は，オペアンプの変更により前回より大きく伸びています．L／Rchでの特性はほぼ同じで，差は見られませんでした．

最大出力は，20 mW + 20 mW弱（両ch:8Ω負荷）です．前回の2倍近くとなっており，B電圧を大きくした成果が現われています．

試聴に使用した装置はつぎのとおりです．音楽ソース源はApple iPod，スピーカ・システムはおなじみのALTEC　CD 408-8 A（20 cm同軸）とALTEC　CF 204-8 A（10 cm）です．

まず無信号時ですが，高能率スピーカを使用しましたが，耳をスピーカに近づけてもハムなどのノイズは聴こえません．

微小出力のアンプですが，音楽を再生しますと，今回も3極管PP特有の聴感上のパワーが感じられます．音は，当然2006年5月号の3A5PPアンプと同傾向にあります．B電圧が大きく12 Vになっていますので，より大音量レベルに耐えられるようになりました．

出力トランスがゼネラル・オーディオ仕様であるため，超低域の力量やしまり具合に乏しいものがありますが，300B・PPアンプに近いものを思わせる直熱3極管PPサウンドです．単3電池2個で動作しているとは想像もつかない音です．片手で持てる外観と再生される聴感パワーある音楽とがかけはなれた印象で，目と耳を疑ってしまいます．

高能率（98 dB：1 W・1 m）CD 408-8 Aスピーカから再生される音は，最大出力20 mW + 20 mWを感じさせず，一般家庭での音楽鑑賞に十分なパワーです．

10 cmサイズのCF 204-8 Aの音は，CD 408に比べると物足りなさを感じますが，それでもふつうの市販ミニコンポよりはるかに音に厚みがあり，音楽している感があります．

関西の“手作りアンプの会”のメンバーや関西の自作愛好家，音楽愛好家の方にも聴いていただき，確認をとりました．例会場所の東京真空管さんにも持ち込み，聴いていただきました．

例会の試聴では，比較的能率の低いJBLコンパクト・スピーカや能率の高いRAMSA PA用が使用され，ちょっとした試聴会では，比較的能率の高いALTEC CF 404-8 Aユニットによる小型フロントロード・スピーカが使用されました．

聴いていただいたかたからは，いつものことながら「1.5 V動作の小さなアンプからこれほどの聴感パワーがあるとは」といった私と同様なご意見，感想をいただきました．

この携帯3A5PPアンプは，直熱3極管PPらしい超ストレートな聴覚的要素と視覚的要素とを合わせ持つ，製作容易な無調整真空管アンプとなっています．

携帯真空管アンプとAltec製10 cmフルレンジ(CF 404-8 A,CF 204-8 A推奨）スピーカ・システムがあれば，その場は，ちょっとしたデジタル音楽コンサート会場に早変わりします．

なお，この携帯真空管アンプは場所を選ばないので，まわりのかたのご迷惑にならないよう，環境を確認されたうえで，音楽をお楽しみください．

・ホーム ページ：http://www.geocities. jp/seychelle_7 /